



UNIVERSITÀ DI PISA

Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica per la
Gestione d'Azienda

TESI DI LAUREA

***Studio, progettazione e realizzazione
di un sistema di tracciabilità industriale
per Indesit Company***

Relatori: ***Prof. Francesco MARCELLONI***
 Prof.ssa Beatrice LAZZERINI
 Dott.ssa Federica SCHIAVINI

Candidato: Tommaso VANNI

Anno Accademico 2008/2009

INDICE

RINGRAZIAMENTI	7
DEDICA	9
1. INTRODUZIONE	11
2. SISTEMI MES	14
2.1. <i>Lo STANDARD ANSI/ISA 95</i>	14
2.1.1. INFORMAZIONI GENERALI	14
2.1.2. ISA-95, PARTE 1: “ENTERPRISE CONTROL SYSTEM INTEGRATION 1: MODELS AND TERMINOLOGY” (ANSI/ISA-95.00.01- 2000)	15
2.1.3. ISA-95, PARTE 2: “ENTERPRISE CONTROL SYSTEM INTEGRATION 2: OBJECT MODEL ATTRIBUTES” (ANSI/ISA-95.00.02-2001)	16
2.1.4. ISA-95, PARTE 3: “ACTIVITY MODELS OF MANUFACTURING OPERATIONS MANAGEMENT”	17
2.1.5. ISA-95, PARTE 4: “OBJECT MODELS AND ATTRIBUTES FOR MANUFACTURING OPERATIONS MANAGEMENT”	18
2.1.6. ISA-95, PARTE 5: “BUSINESS TO MANUFACTURING TRANSACTIONS”	18
2.1.7. ISA-95 E XML	19
2.1.8. ISA-95 COME STANDARD ANSI	19
2.1.9. MODELLO FUNZIONALE DEL FLUSSO DATI	20
2.1.10. CAMPO DI APPLICAZIONE	21
2.1.11. IMPATTO SUGLI UTENTI	22
2.2. <i>MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS</i>	22
2.2.1. MESA INTERNATIONAL	24
2.2.2. LE 11 FUNZIONI MES DEL MESA	25
2.2.3. GESTIONE DELLE OPERAZIONI MANIFATTURIERE	27
2.2.4. BENEFICI PREVISTI	28
2.2.5. INDAGINE AMR SUL MERCATO MES	29
2.2.6. BUSINESS CASE PER MES	30
2.2.7. SCEGLIERE UN MES: BEST PRACTICES	30
2.2.8. ASPETTI IMPORTANTI NELLA SCELTA DEL MES	31
2.2.9. COLLABORATIVE MANUFACTURING	31
2.2.10. MES, PDM E PLM	32
2.2.11. MIGLIORE INTEGRAZIONE CON TECNOLOGIE AGGIORNATE	32
2.2.12. MES E ERP	33
2.3. <i>MES SECONDO SIEMENS: SIMATIC-IT</i>	36
2.3.1. UN NUOVO PARADIGMA	36
2.3.2. BENEFICI PER IL BUSINESS	37
2.3.3. BENEFICI ALLA PRODUZIONE	37
2.3.4. BENEFICI IT	38
2.3.5. SIMATIC IT PRODUCTION SUITE	38
2.3.6. INGEGNERIZZAZIONE	40
2.3.7. EXECUTE	41
2.3.8. PRODUCTION MODELER	41
2.3.9. SIMATIC IT COMPONENTS	41
2.3.10. SCALABILITÀ	46
2.3.11. LIBRERIE CROSS INDUSTRY DI SIMATIC IT	47
3. SPECIFICHE DI INDESIT COMPANY	49
3.1. <i>OBIETTIVI DEL PROGETTO:</i>	49

3.2.	<i>ASSEGNAZIONE STATO COMPONENTE CRITICO</i>	49
3.2.1.	VISTA FUNZIONALE	49
3.2.2.	VISTA APPLICATIVA	49
3.3.	<i>LOGICA DI FUNZIONAMENTO PER L'ACQUISIZIONE DATI</i>	50
3.3.1.	CONDIZIONI DI CONSEGNA FORNITORE MATERIALE CRITICO	50
3.3.2.	REPARTO DI PRE-ASSEMBLAGGIO	50
3.3.3.	ASSIEMI IN CONTO LAVORO	55
3.3.4.	MONTAGGIO A COMMESSA SINGOLA SULLA SINGOLA LINEA	55
3.3.5.	MONTAGGIO A MIX DI COMMESSE SULLA SINGOLA LINEA	59
3.4.	<i>INTERFACCE CON I SISTEMI AL CONTORNO: SAP E PLM</i>	60
3.4.1.	PIANO DI PRODUZIONE PRODOTTI FINITI	60
3.4.2.	PIANO DI PRODUZIONE COMPONENTI PREASSEMBLATI JIT	60
3.4.3.	ANAGRAFICA MATERIALI	61
3.4.4.	ANAGRAFICA LEGAME COMPONENTE CRITICO-FORNITORE	61
3.4.5.	BOM	62
3.5.	<i>ANALISI E REPORTISTICA</i>	62
3.6.	<i>ANOMALIE E INTERVENTI MANUALI</i>	63
4.	<i>TRACCIABILITÀ NEI SISTEMI INDUSTRIALI</i>	65
4.1.	<i>RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION– RFID</i>	68
4.1.1.	TIPI DI TAG RFID	69
4.1.2.	ESSENZIALI VANTAGGI DEI TAG RFID RISPETTO A CODICI A BARRE E BANDE MAGNETICHE	69
4.1.3.	RFID TAG E RFID TRANSPONDER	69
4.1.4.	MODALITÀ READ-ONLY E READ/WRITE	70
4.1.5.	APPLICAZIONI RFID	71
4.1.6.	RFID E PRIVACY	74
4.1.7.	NORMATIVA ITALIANA	75
4.2.	<i>IMAGINE-BASED LOCALIZATION</i>	76
5.	<i>IMPLEMENTAZIONI POSSIBILI</i>	78
5.1.	<i>RFID</i>	78
5.2.	<i>COSTI DI FATTIBILITÀ</i>	80
5.3.	<i>BARCODE</i>	82
5.4.	<i>COSTI DI FATTIBILITÀ</i>	82
5.5.	<i>CONSIDERAZIONI</i>	83
5.6.	<i>CONCLUSIONI</i>	84
6.	<i>IL SISTEMA INFORMATIVO DI INDESIT COMPANY</i>	86
6.1.	<i>SAP ECC</i>	86
6.2.	<i>PLM e MATRIX</i>	87
6.3.	<i>DOMINIO WINDOWS</i>	87
7.	<i>IMPLEMENTAZIONI PROPOSTA</i>	88
8.	<i>SAP XI</i>	94
9.	<i>ATTORI</i>	100
9.1.	<i>UTENTI DELLA QUALITÀ</i>	100
9.2.	<i>OPERATORI DELLE LINEE ASSEMBLAGGIO</i>	100
9.3.	<i>OPERATORI DEL REPARTO A MONTE</i>	100
9.4.	<i>OPERATORI DEL PRE REPARTO A MONTE</i>	100
9.5.	<i>OPERATORI DELLE AREE DI RILAVORAZIONE</i>	101
9.6.	<i>OPERATORI DELL'UFFICIO FOCAL POINT IT</i>	101

10.	CASID'USO	102
10.1.	<i>UTENTI DELLA QUALITÀ</i>	102
10.2.	<i>OPERATORI DEL PRE REPARTO A MONTE</i>	103
10.3.	<i>OPERATORI DEL REPARTO A MONTE</i>	103
10.4.	<i>OPERATORI DELLE LINEE DI ASSEMBLAGGIO</i>	104
10.5.	<i>OPERATORI DELLE AREE DI RILAVORAZIONE</i>	104
10.6.	<i>OPERATORI DELL'UFFICIO FOCAL POINT IT</i>	105
10.7.	<i>ANOMALIE</i>	106
11.	TRACEABILITY SYSTEM	108
11.1.	<i>TRACEABILITY</i>	108
11.2.	<i>MASTER DATA MANAGEMENT</i>	116
11.2.1.	BOM	116
11.2.2.	ANAGRAFICHE MATERIALI	119
11.2.3.	ANAGRAFICHE CENTRI DI LAVORO	122
11.2.4.	ANAGRAFICHE PIANO DI PRODUZIONE PF/SL	124
11.2.5.	ANAGRAFICHE FORNITORI	127
11.3.	<i>PLANT MODELER</i>	129
11.4.	<i>REPORTING SERVICES</i>	134
11.4.1.	MICROSOFT SQL SERVER REPORTING SERVICES	137
11.5.	<i>DEVICE</i>	138
12.	ANALISI TECNICA	144
12.1.	<i>FIELD SERVER</i>	144
12.1.1.	FIELD SERVER ARCHITECTURE DIAGRAM	144
12.1.2.	FIELD SERVER ARCHITECTURE DESCRIPTION	145
12.2.	<i>TRACEABILITY SERVER</i>	148
12.2.1.	TRACEABILITY SERVER ARCHITECTURE DIAGRAM	148
12.2.2.	TRACEABILITY SERVER ARCHITECTURE DESCRIPTION	148
13.	PLANT PILOTA	151
14.	TESTING E BUG FIXING	155
14.1.	<i>BUG FIXING</i>	155
14.2.	<i>UNIT TEST</i>	155
14.3.	<i>INTEGRATION TEST</i>	156
14.4.	<i>SYSTEM INTEGRATION TEST</i>	159
14.5.	<i>USER ACCEPTANCE TEST</i>	161
15.	MANUALISTICA	162
16.	PROCEDURE OPERATIVE	165
17.	TRAINING & CHANGE MANAGEMENT	169
18.	GO LIVE	172
19.	CONCLUSIONI: PROBLEMATICHE ED ESTENSIONI FUTURE	173
	BIBLIOGRAFIA	175
	INDICE DELLE TABELLE	179
	INDICE DELLE FIGURE	180

Ringraziamenti

Dedica

...

...

...

1. INTRODUZIONE

La Tesi in esame nasce dalla necessità di Indesit Company di migliorare, automatizzare, informatizzare e supportare il proprio processo produttivo in tal senso esistono i sistemi **MES – Manufacturing Execution System**, destinati appunto al completo supporto e operatività della catena produttiva. Il momento economico internazionale non ha permesso di far partire un progetto che, nella sua filosofia, potrebbe portare a cambiamenti di una certa entità negli stabilimenti produttivi e quindi la necessità di un notevole investimento economico.

Gli effetti di tale congiuntura hanno obbligato ad un ridimensionamento delle intenzioni iniziali, senza però bloccare gli investimenti, che sono stati focalizzati su di un modulo dell'originale progetto MES, il modulo Tracciabilità.

Al tal proposito Accenture S.p.A., promotrice del suddetto progetto, mi ha dato la possibilità di far parte del team di progettazione e sviluppo del sistema con l'obiettivo finale di introdurre, in almeno uno stabilimento pilota di Indesit Company, il sistema **TS – Traceability System**.

Questo progetto prevede la realizzazione della tracciabilità dei componenti di montaggio all'interno degli stabilimenti produttivi, per alcune famiglie di componenti definiti “critici” si vuole creare un legame tra il codice del lotto montato e il numero di serie del prodotto finito su cui è stato assemblato.

L'obiettivo del sistema è quello di garantire la rintracciabilità di tutti quegli elettrodomestici, tramite il numero di serie che li contraddistingue, su cui sono stati montati i suddetti componenti critici, tale da permettere una corretta e tempestiva gestione dei guasti e dei richiami di prodotto, una normalizzazione delle procedure e un miglioramento dei rapporti con i fornitori.

L'ambito di interesse è stato limitato all'area di montaggio dei *Prodotti Finiti*, includendo anche i Reparti a Monte negli stabilimenti in cui la tracciabilità deve essere effettuata già in fase di premontaggio.

Il sistema **MES-Traceability** realizzato è un sistema informativo che va ad integrarsi con i sistemi legacy presenti nella realtà aziendale di Indesit Company. Lo studio e l'implementazione del sistema sono stati sia a livello software che hardware seguendo tutte le fasi necessarie: dalle specifiche, all'analisi funzionale e tecnica, passando per l'implementazione, fino al training dell'utenza e alla messa in opera del sistema.

Il progetto è strutturato in cinque macrofasi:

- *Analisi AS – IS*
- *Design dell'applicazione*
- *Sviluppo e test dell'applicazione*
- *Change management*
- *Implementazione dell'applicazione.*

Il primo passo necessario alla realizzazione è stato scrivere e validare con il cliente le specifiche del sistema necessarie per formalizzare una visione comune del progetto.

Sulla base di queste è stata effettuata una ricerca in letteratura delle necessità delle grandi realtà manifatturiere, studiando la tracciabilità nei sistemi produttivi industriali con le principali implementazioni tecniche possibili e le rispettive tecnologie.

Le soluzioni best-in-class trovate sono state contestualizzate nella specifica realtà di Indesit Company, sono state quindi fatte le necessarie valutazioni di costo e fattibilità in aderenza alle specifiche ricevute.

La successiva fase di studio è stata incentrata sulla configurazione del sistema informativo di Indesit composta dal PLM **eMatrix** di MatrixOne e dai sistemi SAP **ERP Central Component 6 (ECC)** e **NetWeaver**; per ottimizzare l'operatività, riducendo anche i costi di realizzazione, Traceability System è stato integrato con i sistemi legacy, così da poter fruire dei servizi messi a disposizione e dei dati da essi mantenuti.

Una volta note le necessità e l'ambiente circostante è stato possibile iniziare a studiare il sistema vero e proprio. L'applicazione Tracciabilità è stata progettata e sviluppata con una struttura modulare che include alcuni elementi specifici per il processo di tracciabilità, quali il sistema di reportistica e il sistema di gestione dei dati con le rispettive interfacce, nonché il sistema di progettazione del layout dello stabilimento ed altri che invece costituiscono già la base per una futura migrazione al sistema MES completo.

Il primo passo nella realizzazione del sistema è stato stilare ad alto livello le specifiche delle componenti che caratterizzano Traceability, che ho fatto confluire all'interno delle analisi funzionali che descrivono le varie parti del sistema. I Barcode e la logica che sta alla base del tracciamento, inclusa la codifica e la gestione dei dati nel Master Data, i lettori necessari, le Interfaces e i Connectors, la modellazione del layout dello stabilimento, i processi aziendali per quali è studiato l'uso di MES- TS, sono tutte componenti le cui caratteristiche ho via via studiato nelle analisi funzionali. A questo vanno aggiunte le specifiche che ho realizzato per il sistema di reportistica che poi è stato completamente realizzato col tool Reporting Services di Microsoft.

Contestualmente è stato studiato l'integrazione del sistema nella struttura informativa aziendale e nei flussi dati la miglior soluzione è stata identificata nell'introduzione del sistema SAP XI – **eXchange Infrastructure**, che fornisce tecnologie per l'integrazione a supporto della collaborazione incentrata sul processo tra componenti SAP e non SAP a livello di intranet e extranet.

In accordo ai tempi previsti per il progetto è stata stilata anche l'analisi tecnica del sistema, riportata soltanto in parte, alla quale ho collaborato in aiuto ai programmatori.

Contemporaneamente al progressivo congelamento delle analisi è stata portata avanti dal team di programmazione l'implementazione del sistema ai vari livelli, servizi di base, logiche di processo, codice per i dispositivi, integrazione dei sistemi e così via.

Durante la stesura del codice, via via che i macro moduli sono stati consegnati, ho proceduto, insieme con gli altri membri del team di progetto, all'esecuzione dei vari test: *Unit Test*, *Integration Test*, *System Integration*, *Acceptance Test*, in step successivi, dei quali non è stato seguito soltanto il primo, in quanto verifica della correttezza e completezza del codice scritto e quindi a carico del team di programmazione. Gli altri test sono invece serviti all'integrazione dei moduli dell'applicazione ed infine all'integrazione del sistema Tracciabilità con gli altri sistemi, ovvero con SAP XI per la gestione dei flussi di dati in arrivo dai sistemi SAP ECC e PLM eMatrix.

La fase di test è stata infine completata da una verifica congiunta del sistema con gli utenti chiave dell'applicazione Tracciabilità.

Successivamente ai test e alla validazione delle funzionalità implementate da parte degli utenti è partito l'ultimo step prima della messa in opera, che consiste nella preparazione degli utenti finali al cambiamento portato dalla nuova applicazione; in questa fase ho realizzato i manuali utente relativi alle funzionalità offerte che poi ho utilizzato durante il training in aula agli utenti e la contestuale revisione delle nuove procedure operative da attivare presso gli stabilimenti.

L'ultima fase ha riguardato infine le operazioni di Go Live, precedute dalla fase di *cut over* per la preparazione dell'ambiente di produzione per MES- TS, sullo stabilimento pilota di Albacina e le successive operazioni di tuning e bug fixing necessarie.

In prospettiva futura, una volta ottenuta la stabilità nel primo stabilimento, si potrà procedere all'avviamento del sistema sugli altri.

A valle di tutto questo la trattazione si chiude sulle problematiche sorte durante lo sviluppo e quelle possibili per il futuro, oltre ai miglioramenti e alle estensioni possibili.